

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-303105

(43)Date of publication of application : 14.11.1995

(51)Int.Cl.

H04L 12/28

(21)Application number : 06-093487

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 02.05.1994

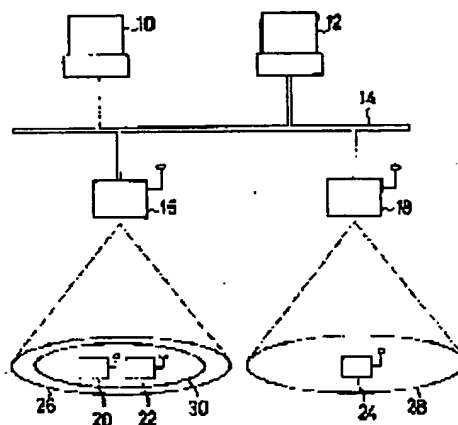
(72)Inventor : YAMASHINA KENJI
TANABE CHUZO

(54) RADIO LAN MEDIUM ACCESS METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To reduce the traffic by selecting an adhoc terminal equipment with priority and making communication based on the information as to whether or not an opposite reception is a terminal equipment of the same adhoc network.

CONSTITUTION: Base networks 26, 28 are connected respectively to a wired LAN 14 via base stations 16, 18. For example, radio terminal equipments 20, 22 make radio communication directly through an adhoc network 30. When the radio terminal equipment 20 makes transmission, the terminal equipment 20 sends at first a packet of a transmission request signal RTS to the adhoc network 30. When an opposite party is, e.g., the radio terminal equipment 22, since a packet of a transmission enable signal CTS is returned therefrom, direct radio communication is implemented without a relay by the base station 16. In this case, it is written in a memory that the radio terminal equipment 22 is a terminal equipment capable of direct radio communication for a reference for succeeding communication. Radio channels are used effectively by placing priority onto the communication by the adhoc network 30 over other communication.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 30.01.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 21.08.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3497885

[Date of registration] 28.11.2003

[Number of appeal against examiner's decision] 2001-16737

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-303105

(43) 公開日 平成7年(1995)11月14日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 4 L 12/28

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 4 L 11/ 00

3 1 0 B

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平6-93487

(22) 出願日 平成6年(1994)5月2日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 山科 颯二

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72) 発明者 田辺 忠三

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

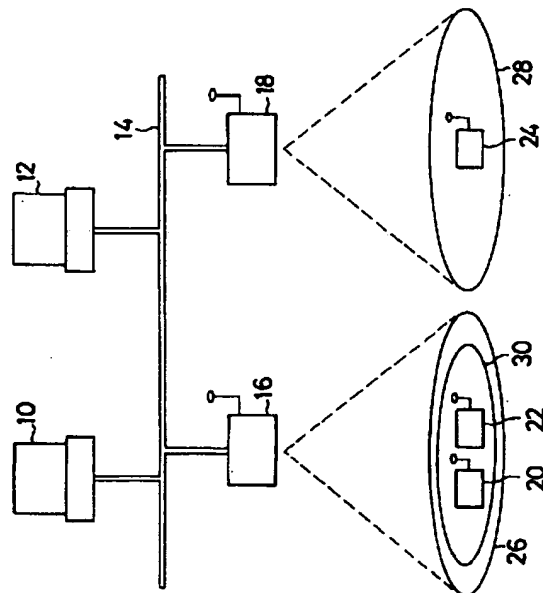
(74) 代理人 弁理士 川口 義雄 (外1名)

(54) 【発明の名称】 無線LANメディアアクセス方法

(57) 【要約】

【目的】 相手無線端末がベースネットワークまたはアドホックネットワークのどちらで通信可能であるかを知ることなしに、無線端末間の通信を可能にする。

【構成】 相手端末がベースネットワークまたはアドホックネットワークのいずれの端末であるかということをキャッシュテーブルに保持し、この情報を変更処理する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 無線端末がベースステーションを介して有線ネットワークにアクセス可能なベースネットワークと相互に無線通信可能な範囲に存在する無線端末同士が直接通信を行うアドホックネットワークとを有し、相互に無線通信を行うべき相手端末がベースネットワークに属する端末であるのか、アドホックネットワークに属する端末であるのかを識別して通信を行うことを特徴とする無線 LAN メディアアクセス方法。

【請求項 2】 無線端末がベースステーションを介して有線ネットワークにアクセス可能なベースネットワークと相互に無線通信可能な範囲に存在する無線端末同士が直接通信を行うアドホックネットワークとを有し、アドホックネットワークを優先的に選択して通信を行うと共に、各相手端末についてベースネットワークまたはアドホックネットワークのいずれの端末であるかという情報をキャッシュテーブルに保持することにより、相互に無線通信を行うべき相手端末がベースネットワークに属する端末であるのかアドホックネットワークに属する端末であるのかを識別して通信を行うことを特徴とする無線 LAN メディアアクセス方法。

【請求項 3】 無線端末がベースステーションを介して有線ネットワークにアクセス可能なベースネットワークと相互に無線通信可能な範囲に存在する無線端末同士が直接通信を行うアドホックネットワークとを有し、アドホックネットワークに属する自端末または相手端末が通信中に移動してアドホック通信可能な範囲から移動した場合に、ベースネットワークに切り替えてパケットを送ることで通信を継続することを特徴とする無線 LAN メディアアクセス方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、マルチアクセスが可能な無線 LAN メディアアクセスに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 無線 LAN システムは、一般的に、いくつかのサービスを提供または利用する有線ネットワークに接続された有線端末と無線ネットワークに接続された無線端末、そして、有線ネットワークと無線ネットワークを相互に接続するベースステーション、有線 LAN の配線システムなどから構成される。

【0003】 無線 LAN の標準化を検討するために IEEE において、IEEE 802 委員会が設立されて、標準化作業が行われている。この委員会には 11 のワーキング・グループがあるが、その内の 802.11 ワーキング・グループ（作業グループ）の審議内容は、他の 802 標準 LAN と整合性を持つ無線 LAN の MAC (Medium Access Control、媒体アクセス制御) と物理仕様の標準化を対象とする。そのワーキング・グループにおいて提案されている無線ネットワーク (IEEE802.11: Wi

reless Access Method and Physical Layer Specifications; March 10, 1993) には、ベースステーションを介して有線ネットワークにアクセス可能なベースネットワークと、相互に無線通信可能な範囲に存在する無線端末同士が直接通信を行うアドホックネットワークとが、存在する。

【0004】 有線 LAN および無線 LAN においては、メッセージ、テキスト、デジタル化された音声は、所定の長さに区切られ、各々の区切られたデータに、宛先符号などのヘッダ情報を付加して、パケットを組立て、このパケットを転送する。

【0005】 上述の無線 LAN においては、ベースネットワークのパケットとアドホックネットワークのパケットとは異なるパケットフォーマットで定義されている。従って、物理的にこれらのネットワークが重なりあうことがあっても、これらネットワークを流れる無線パケットは、いずれのネットワークのものかを識別することができる。

【0006】 すなわち、これらの無線パケットのヘッダの中には、宛先端末を識別するための宛先 MAC アドレス、送り元端末を識別するための送り元 MAC アドレス、宛先のネットワークがベースネットワークであるかアドホックネットワークであるかを識別するハイアラキカルビット、そして送り元がベースステーションか否かを示す AP ビットなどが含まれる。

【0007】 そして、無線端末がベースネットワークに対してパケットを送出するときは、ハイアラキカルビットをセットする。また、ベースステーションがベースネットワークに対してパケットを送出するときは、ハイアラキカルビットと AP ビットをセットする。

【0008】 一般的に、MAC ブリッジとして機能するベースステーションは、有線 LAN とベースネットワークのパケットを相互に転送すると共に、ベースネットワーク内において無線パケットの中継を行う。送り元無線端末と宛先無線端末が同じ無線セルに存在するような場合、宛先無線端末は送り元無線端末がベースステーションへ送出したパケットとベースステーションが中継したパケットとの両方を受信する可能性がある。しかし乍ら、前者の場合には、ヘッダの AP ビットはクリアされており、後者の場合には、ヘッダの AP ビットはセットされている。従って、宛先無線端末は、受信したパケットの AP ビットを検査して、それがセットされていることを確認することによって、ベースステーションが中継したパケットのみを受信することが可能である。

【0009】 また、無線 LAN システムは、複数のベースステーションや無線端末が無線チャネルにアクセスするマルチアクセスの機構を備えている。

【0010】 すなわち、データパケットを送出しようとする送信側端末は、受信側端末に対して送信要求信号 (RTS) の送信要求制御パケットを送る。送信側端末

は、次いで、受信側端末から返送される送信可信号（CTS）である送信可制御パケットを監視し、受信側端末から送信可制御パケットを受信すると、データパケットを送出する。受信側端末は、このデータパケットを正常に受信すると、肯定応答信号（ACK）である肯定応答パケットを送出することによって応答し、パケットの転送が完了する。

【0011】これらの通信手順において、いくつかのタイムリミットを設定することによって、伝送路を共有するマルチアクセスが実現される。

【0012】この通信手順は、動作環境によって通信品質や通信距離が大きく変化する無線LANシステムにおいて、データ伝送の信頼性をも高めるものである。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかし乍ら、従来の無線LANシステムにおいては、無線端末が相互通信を行う場合、その相手端末がベースネットワークとアドホックネットワークのどちらで通信可能であるかを予め知っている必要があった。本発明は相手端末に関するこれらの情報なしに両無線端末間の通信を可能にするものである。

【0014】また、従来の無線LANシステムにおいては、ベースステーションの管理下にある無線端末同士がベースネットワークとアドホックネットワークのそれぞれで通信可能であるとき、ベースネットワークでは全てのパケットをベースステーションが中継するため、アドホックネットワークを使用した場合と比べて無線通信チャネルをより多く専有する。本発明は、このような条件においてアドホックネットワークを優先的に選択して通信することでベースネットワークでの通信トラフィックを低減させるものである。また、各相手端末毎にこの情報を保持することで、双方のネットワークの端末との通信を可能にする。

【0015】更にまた、従来の無線LANシステムにおいては、通信中の自端末または相手端末が移動した場合、それぞれがベースネットワークの無線セル内を移動した場合のみ、その通信が維持される。本発明は、通信中の端末がアドホックネットワークの通信可能範囲からベースネットワークに移動した場合にも、通信を維持させるものである。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明の無線LANシステムでは、まずアドホックネットワークにおいて相手端末との通信の可否を認識し、その結果を通信中の相手端末それぞれについて保持するとともに、アドホックネットワークで通信中の各相手端末についてその通信の可否を監視し、アドホックネットワークで通信ができなくなるとベースネットワークに切り替えて通信を継続する。

【0017】

【作用】相手端末がベースネットワークとアドホックネットワークのそれぞれで通信可能であったとしても、まず自端末の送信要求に対する送信応答を監視することにより、まずアドホックネットワークでの通信の可否を確認する。アドホックネットワークで通信が不可能な場合、ベースネットワークを介して再度同一パケットの送信を試みる。この方法は、パケットの送達確認やハンドシェークの機構を有する全ての無線ネットワークで利用可能である。

10 【0018】また、自端末と通信中の端末に関して、個々にアドホックネットワークでの通信の可否をキャッシュデータに保持することで、全ての相手端末についてベースネットワークを選択する必要がなくなり、アドホックネットワークで通信可能な相手端末についてはベースステーションを経由しない通信経路を選択することができる。これによって、無線パケットのトラフィックを低減し、パケットの伝送遅延を少なくすることができる。

20 【0019】更にまた、アドホックネットワークを介して通信中の自端末または相手端末が移動した場合、移動先がそのベースネットワークのセル範囲であるがアドホックネットワーク外であるか、他のベースネットワークのセル範囲である可能性がある。無線端末はアドホックネットワークにおいて、送信要求に対する送信可応答を受信することが出来なくなると、自端末または相手端末の移動を認識し、ベースネットワークを介して再度パケットの送信を試みる。

【0020】

【実施例】図1は、本発明が適用される一般的な無線LANシステムを示す。

30 【0021】無線LANシステムのベースネットワーク26、28は、それぞれベースステーション16、18によって、有線LAN14に接続される。有線LAN14には、各種のアプリケーションサーバ10やワークステーションまたはパーソナルコンピュータ12などが接続される。

40 【0022】ベースステーション16、18は、それぞれが管理する無線セルを持ち、その無線セル内部に存在する無線端末と共にベースネットワーク26、28を形成する。ベースネットワーク26、28には、パームトップコンピュータ、POS端末などの携帯可能、移動可能な無線端末20、24がそれぞれ存在する。

【0023】無線端末20は、無線端末22と直接無線通信が可能であり、無線端末20、22は、アドホックネットワーク30を形成する。

【0024】図1に示す無線端末20、22、24は、それぞれ基本的には同一の構造を有する。同様に、図1に示すベースステーション16、18は基本的には同一の構造を有する。

50 【0025】図2（A）において、無線端末20、22、24は、ソフトウェア32、無線LANアダプタ3

4、その他に図示はしないが、入力手段、出力手段、表示手段、CPU、ROM、RAM、ハードディスクなどの記憶手段などから成る。ソフトウェア32、無線LANアダプタ34については後に詳述するが、無線LANアダプタ34はアンテナ64を有する。

【0026】図2(B)において、ベースステーション16、18は、ソフトウェア36、無線LANアダプタ38、有線LANアダプタ40から成る。ソフトウェア36、無線LAN38については後に詳述するが、有線LANアダプタ40は、有線LAN14に接続されている。ベースステーションの有線LANアダプタ40は、有線LANの物理層、MAC層の制御機能を提供する従来のハードウェア構成のものである。

【0027】ベースステーション16、18は、マイクロコンピュータによって制御されるように構成されおり、有線LANと無線LANを流れるパケットを相互に交換することで、有線LANと無線LANのブリッジとして動作する。ただし、ベースステーションが送受信するパケットは、ベースネットワークのパケットのみであり、アドホックネットワークのパケットの送受はしない。

【0028】図3は、ベースステーション16、18と無線端末20、22、24において共通に使用される無線LANアダプタ34、38、ソフトウェア32、36の一実施例を詳細に示す。

【0029】この実施例では、通信の機能、手順は、ベースステーションと無線端末の無線LANアダプタ34、38に実装されるファームウェア、及びそれらの通信プロトコルとして実現される。

【0030】無線LANアダプタ34、38は、通信の機能、手順を実現するファームウェア、通信プロトコル(MAC層の機能を提供する)を蓄積する一例としてROMのプログラムメモリ54と、これらのプログラムを実行するマイクロコントローラ58、またマイクロコントローラがデータを一時的に保持するデータメモリ52、システムバスインタフェース56、無線インタフェース60、無線トランシーバ62、アンテナ64を含む。データメモリ52、プログラムメモリ54、システムインタフェース56、マイクロコントローラ58、無線インタフェース60は、バス50に接続される。システムバスインタフェース56は、一方ではソフトウェア32、36に接続され、無線インタフェース60は、一方では無線トランシーバ62に接続される。無線トランシーバ62はアンテナ64を有する。

【0031】無線LANのパケットの送受信は、無線インタフェース60を介して行う。無線インタフェース60は、マイクロコントローラ58がデータメモリ52に書き込んだパケットデータを、シリアルデータに変換して無線トランシーバ62に送る。また、無線トランシーバが受信したデータをパラレルデータに変換してデータ

メモリ52に書き込む。

【0032】ソフトウェア32、36は、一例としてRAMに格納されたアプリケーションソフトウェア44、オペレーティングシステム46、デバイスドライバ48から成る。アプリケーションソフトウェア44は、データの送出、受信のための共通業務のデータ交換手順を規定する。オペレーティングシステム46は、送出、受信の実行を制御するサービスを提供する。デバイスドライバ48は、データを忠実に送出、受信するための物理的特性を規定する。アプリケーションソフトウェア44はOSI参照モデルのアプリケーション層とプレゼンテーション層の機能を提供し、オペレーティングシステム46、デバイスドライバ48は一緒になってそれよりも下位であるがMAC層よりも上の機能を提供する。

【0033】ソフトウェア32、36は、無線LANアダプタ34、38のシステムバスインタフェース56を介してバス50に接続される。

【0034】図4は、無線端末20がデータパケットを無線端末22に送出するときの通信手順を示すフローチャートである。

【0035】図4において、まずS1において、初期設定を行う。次に、S2の処理において、無線端末20はアドホックネットワーク30に相手端末22が存在することを仮定して、アドホックネットワーク30に対して送信要求信号(RTS)である送信要求制御パケットを送る。送り先はアドホックネットワークであるから、このパケットのヘッダ情報におけるハイアラキカルビットはクリアされている。

【0036】このとき相手端末である無線端末22がアドホックネットワーク30に存在すれば、無線端末22はアドホックネットワーク30を使用して送信可能信号(CTS)である送信可制御パケットを送信して応答する。S3の判断において、無線端末22は送信要求信号の送出に際してそのCTSタイマをスタートさせるところ、送信可能信号CTSである送信可パケットをCTSタイマに設定された時間T1を超過して受信したか否かが判断される。

【0037】送信可能信号を時間T1以内に受信すれば、次にS5の処理に進む。そして、図3のデータメモリ52内部のキャッシュテーブルに記録されている該当エントリーの更新を行うが、後述するように削除されていた場合にはそのエントリーを行う。

【0038】相手端末がアドホックネットワーク30で通信不可能な無線端末である場合、例えば、無線端末20が無線端末24に対してパケットを送る場合は、アドホックネットワーク30に送出した送信要求信号RTSである送信要求制御パケットに対して無線端末24は応答しない。従って、CTSタイマは、その設定時間T1の後に信号を出力し、S4の判断に進む。S4は、送信要求制御パケットの送出回数がN1回であるか否かを判

断する。送信要求制御パケットの送出回数がN₁回以下であれば、再度S2の処理に戻って、送信要求制御パケットを再送する。無線端末20は送信要求信号RTSである送信要求パケットをN₁回繰返して送出した後、S6の処理に進む。次に、ベースネットワーク26を使用して、ベースステーション16に送信要求信号RTSである送信要求制御パケットを送る。送り先はベースネットワークであるから、このパケットのヘッダ情報におけるハイアラキカルビットはセットされている。この場合、相手側無線端末は、そのベースネットワークに属するがアドホックネットワークには属さないか、又は他のベースネットワークに属する。

【0039】ベースステーション16は、無線端末20に対して送信可信号CTSである送信可制御パケットを送信して応答する。S7の判断においては、無線端末22は送信要求信号の送出に際してそのCTSタイマをスタートさせるところ、送信可信号CTSを、CTSタイマに設定されたこの場合は時間T₂の経過後に受信するか否かを判断する。

【0040】次に、送信可信号CTSを時間T₂の経過前に受信すると、無線端末20は、ベースステーション16に対して、データパケットを送出する。このデータパケットは、相手側無線端末が他のベースネットワークに属する場合には、例えばベースステーション16によって有線LAN14、ベースステーション18を経由して、無線端末24に送られる。

【0041】通信を開始したそれぞれの無線端末は、相手端末がベースネットワークかアドホックネットワークのいずれに存在するものかを、相手端末のMACアドレスと対にしてデータメモリ52内部のキャッシュテーブルに記録する。この場合、交信時刻の記録も行う。

【0042】相手端末がベースステーション18の管理する無線セルにも存在しない場合には、無線端末20が無線端末24に対して送出した送信要求信号RTSである送信要求制御パケットに対して、無線端末24は応答しない。従って、CTSタイマは、その設定時間T₂の後に信号を出力し、S6の処理に戻る。無線端末20は送信要求信号RTSである送信要求パケットをN₂回繰返して送出した後、S9の処理において、通信不可の信号を送出する。

【0043】通信を開始したそれぞれの無線端末は、相手端末がベースネットワークかアドホックネットワークのいずれに存在するものかを、相手端末のMACアドレスとを対にして図3に示すデータメモリ52内部のキャッシュテーブルに記録して、そのエントリーを行うが、以後の通信においては、無線端末はこのキャッシュテーブルを参照することでデータパケットをベースネットワークかアドホックネットワークのいずれに送るべきかを判断する。ただし、このキャッシュテーブルに記録した各端末のデータは、相手端末の移動などにより、時間の

経過と共にその情報に誤りが生じる可能性があるため、最後の無線データパケットの転送から所定時間が経過すると、その端末のエントリーをキャッシュテーブルから削除する。

【0044】図5は、無線端末のキャッシュテーブルに関わる処理を示すフローチャートを示す。

【0045】まず、S10の入口において初期設定がされる。次に、S11の処理において、キャッシュレジスタに記録されたエントリーの最初のものが選択される。

10 次いで、S12の判断において、このエントリーが最初の送信から時間T₃を経過したかが検査される。時間T₁を経過していればS13の処理に進み、時間T₁を経過していなければ、S14の判断に進む。S13の処理においては、キャッシュテーブルからそのエントリーを削除することが行われる。

【0046】S14の判断においては、すべてのエントリーを検査したか否かが調べられる。すべてのエントリーを検査していれば、S11の判断に戻る。すべてのエントリーをまだ検査していなければ、S15の処理に進み、次のエントリーを選択し、S12の判断に戻って、以上の手順を繰返す。

【0047】これによって、再び通信を再開するとき、無線端末はアドホックネットワークから通信を開始しようとする。タイムリミットT₃は、使用線メディアがRF（電波）であるかIR（赤外線）であるか、また端末の移動の頻度などによって最適な値を選択する。

【0048】図6は、キャッシュテーブルの変更のフローチャートを示す。

30 【0049】図6のS16の入口において、まず、アドホックネットワークへのパケット送信を行うことを設定する。次に、S17の処理において、無線端末20はアドホックネットワーク30に存在すると仮定した無線端末22へデータパケットを送信するべく、送信要求信号RTSである送信要求制御パケットを送信する。送り先はアドホックネットワークであるから、このパケットのヘッダ情報におけるハイアラキカルビットはクリアされている。

40 【0050】このとき相手端末である無線端末22がアドホックネットワーク30に存在すれば、無線端末22はアドホックネットワーク30を使用して送信可信号（CTS）である送信可制御パケットを送信して応答する。

【0051】S18の判断において、無線端末22は送信要求信号の送出に際してそのCTSタイマをスタートさせるところ、送信可信号CTSをCTSタイマに設定された時間T₁の経過後に受信したか否かが判断される。

50 【0052】時間T₁の経過後に受信すれば、S20の判断に進み、時間T₁の経過前に受信すれば、S19の処理に進む。

【0053】S19の処理においては、アドホックネットワークへのデータパケットの送信処理を行う。

【0054】S20の判断においては、送信要求パケットをN1 回送信したか否かが判断される。N1 回送信したならば、S21の処理に進む。N1 回送信を未だに行っていないければ、S17の処理に進み、以上の手順を繰返す。

【0055】S21の処理においては、キャッシュテーブルの変更を行い、そのエントリについてベースネットワークに存在することを記録する。

【0056】次に、S22の処理に進み、ベースネットワークへの送信要求信号RTSである送信要求パケットの送信の処理を行う。

【0057】

【発明の効果】本発明によると、通信条件が常時変化する無線LANシステムにおいて、ベースネットワーク、またはアドホックネットワークを自動的に選択して通信を行うため、ネットワークに関する予備的な情報なしに安定した通信を行うことができる。

【0058】また、本発明によると、アプリケーションプログラムが複数のセッションを張っているような場合でも、可能な限りアドホックネットワークを使用した通信を行うことで、限られた資源である無線チャネルの有効利用を図ることができる。また、同時にベースステーションの中継によれば生じるであろうパケット伝送の遅延を避けることができるため、アプリケーションプログラムの円滑な実行が期待できる。

【0059】更にまた、アドホックネットワークで通信中の端末が移動した場合も、ベースネットワークに切り替えることで可能な限り通信を維持することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明が適用される無線LANシステムの構成例の概略を示す図である。

【図2】ベースステーションと無線端末を詳細に示す図である。

【図3】ベースステーションと無線端末で用いられる無線アダプタ部及びソフトウェアの更に詳細なブロック図である。

【図4】最適なネットワークを選択するプロトコルの処理を示すフローチャートである。

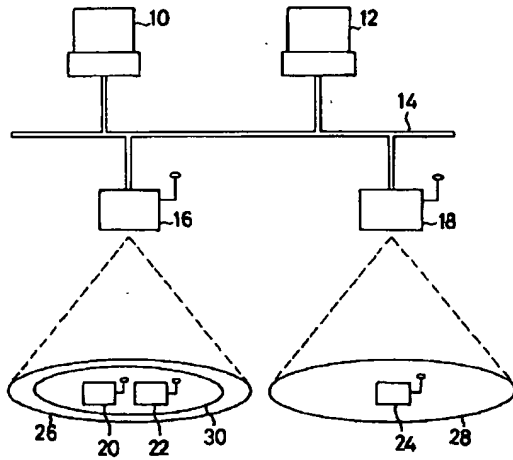
【図5】無線端末のキャッシュテーブルに関わる処理を示すフローチャートである。

10 【図6】無線端末の移動に関わるプロトコルの処理を示すフローチャートである。

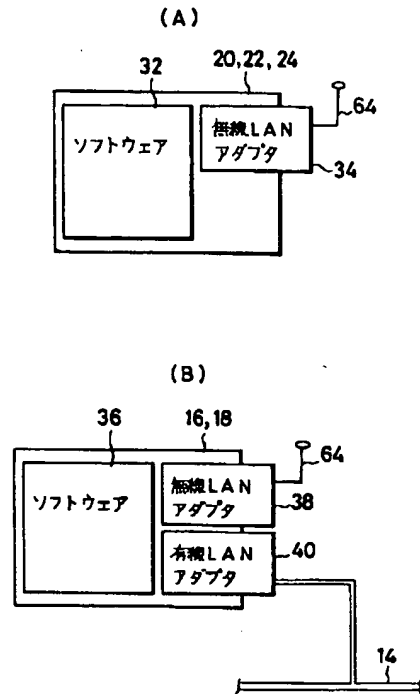
【符号の説明】

- 10 アプリケーションサーバ
- 12 パーソナルコンピュータ
- 14 有線LAN配線システム
- 16、18 ベースステーション
- 20、22、24 無線端末
- 26、28 ベースネットワーク
- 30 アドホックネットワーク
- 20 34、28 無線LANアダプタ
- 40 有線LANアダプタ
- 44 アプリケーションソフトウェア
- 46 オペレーティングシステム
- 48 デバイスドライバ
- 50 ローカルバス
- 52 データメモリ
- 54 プログラムメモリ
- 56 システムバスインタフェース
- 58 マイクロコントローラ
- 30 60 無線インタフェース
- 62 無線トランシーバ
- 64 アンテナ

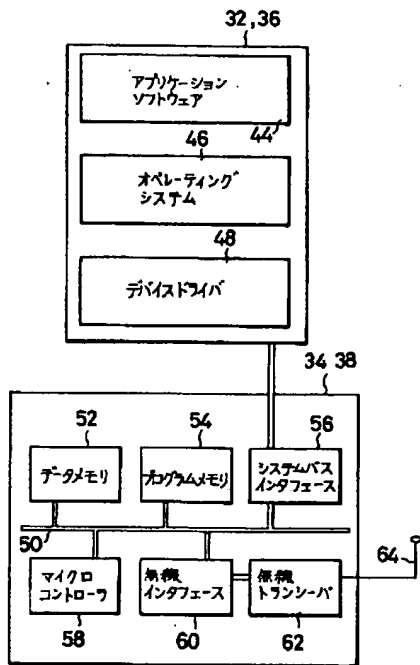
【図1】



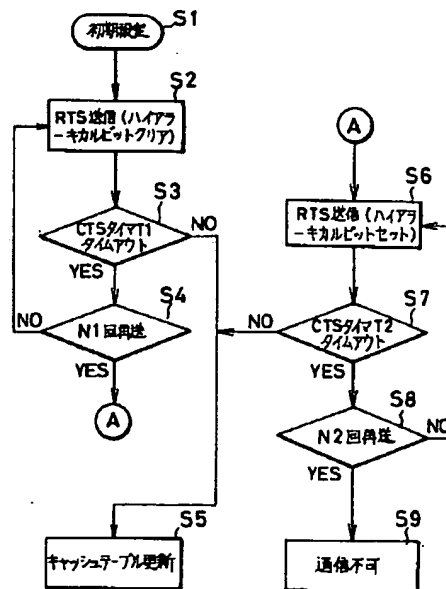
【図2】



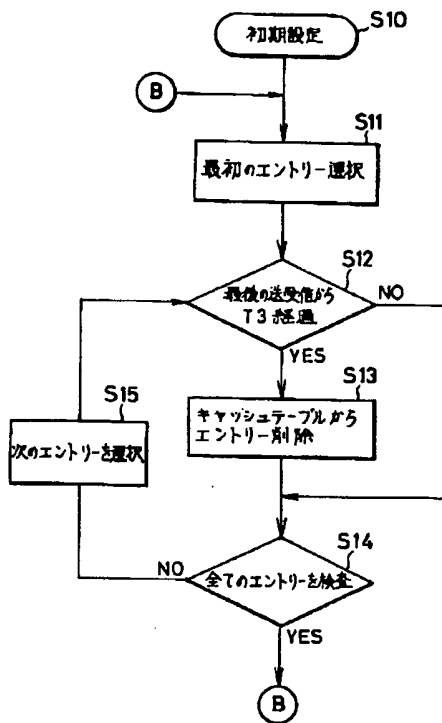
【図3】



【図4】



【図 5】



【図 6】

